



# Conception de Système de Multi-Assistance à Base d'Agents. Application à un Environnement Pédagogique

Alain-Jérôme Fougères, Victoria Eugenia Ospina, Philippe Canalda

## ► To cite this version:

Alain-Jérôme Fougères, Victoria Eugenia Ospina, Philippe Canalda. Conception de Système de Multi-Assistance à Base d'Agents. Application à un Environnement Pédagogique. SETIT'04, Mar 2004, Sousse, Tunisie. pp.1-8. hal-00575212

**HAL Id: hal-00575212**

**<https://hal.science/hal-00575212>**

Submitted on 9 Mar 2011

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# Conception de Système de Multi-Assistance à Base d'Agents. Application à un Environnement Pédagogique

Alain-Jérôme Fougères<sup>1</sup>, Victoria Eugenia Ospina<sup>1</sup>, Philippe Canalda<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*M3M – Université de Technologie de Belfort-Montbéliard*

*Rue du Château Sévenans- 90010 Belfort – France*

`{alain-jerome.fougeres,victoria.ospina}@utbm.fr`

<sup>2</sup>*LIFC – Université de Franche-Comté*

*4, Place Tharradin - 25211 Montbéliard - France*

`philippe.canalda@pu-pm.univ-fcomte.fr`

**Résumé**— Les systèmes multi-agents permettent de coordonner le comportement d'agents interagissant et communiquant dans une société pour réaliser des tâches ou résoudre des problèmes. Il nous semble donc bien adaptés pour concevoir une multi-assistance destinée à des utilisateurs de systèmes complexes, coopératifs et distribués – chaque agent représentant un niveau d'assistance. Dans l'intention d'illustrer notre approche, nous présenterons un système d'assistance intégré dans l'environnement d'apprentissage *iPédagogique*. L'enseignement d'unités de valeurs scientifiques ou techniques est largement fondé sur l'acquisition de connaissances conceptuelles et la validation d'un savoir-faire. Au cours d'une formation, l'apprenant et l'enseignant doivent être efficaces tant du point de vue quantitatif que qualitatif, tout spécialement en surmontant des difficultés organisationnelles et en bénéficiant d'une aide à la synchronisation d'activités. Nous présenterons les orientations de cet environnement utilisé dans une école d'ingénieurs généralistes et dans deux formations Multimédia, puis nous détaillerons notre système d'aide multi-usages, au travers de la gestion de projets d'étudiants.

**Mots Clés:** — Système multi-agents, système d'assistance, environnement pédagogique, gestion de projet tutoré, procédé synchronisé.

## 1 INTRODUCTION

L'utilisation de systèmes d'information complexes, fortement interactifs et parfois distribués, doit s'accompagner de niveaux suffisants et variés d'assistance. L'identification et la mise en œuvre de ces niveaux d'assistance peut conduire à concevoir un véritable système de multi-assistances (SMAs) dans lequel la communication homme-machine jouera un rôle majeur. Les processus dynamiques, coopératifs et autonomes nécessaires à cette interaction doivent alors intégrer une représentation des connaissances et des comportements de l'utilisateur et posséder de réelle capacité à communiquer. L'approche multi-agents offre un niveau d'abstraction adapté à cette problématique. En effet, les systèmes multi-agents (SMA) permettent de coordonner le comportement d'agents interagissant dans une société pour réaliser des tâches ou résoudre des problèmes ([14], [4]).

Après avoir étudié le contexte organisationnel des SMA dans un contexte de simulations, nous nous concentrons sur la modélisation des agents dits "cognitifs", ayant de réelles capacités de communication, leur permettant d'être retenus comme éléments de bases pour la conception de systèmes d'assistance à l'utilisateur de systèmes coopératifs et distribués. Nos réflexions se sont alors portées sur des modèles du domaine des « Human-Computer Interaction » et en particulier sur l'approche « cognitive engineering ». Les modèles d'interaction induits entre système et utilisateur nécessitent de définir l'interaction entre des agents dotés de réelles capacités cognitives.

Nous rapportons dans cet article l'intégration expérimentale réussie d'une pédagogie par projets assistée par l'environnement *iPédagogique*. Outre le fait que cet outil appartienne à la classe des systèmes

coopératifs, ce qui justifierait en soi le développement d'une aide à l'utilisateur, nous avons constaté lors de son utilisation ces deux dernières années, pour des UVs du département de Génie Informatique de l'Université de Technologie de Belfort-Montbéliard, qu'il était nécessaire de lui adjoindre un véritable système d'aide multi-usages et multi-utilisateurs.

Cet article est structuré comme suit : dans la section 2 nous proposons une définition systémique de l'organisation de systèmes d'information coopératifs et distribués, une spécification de procédés synchronisés et une description d'une modélisation agent de ces systèmes. La deux sections suivantes sont consacrées à la description du modèle de connaissance élaboré pour le contexte de communication entre agents, puis aux éléments de conception d'un SMA. La section 5 présente la mise en œuvre du SMA intégré à l'environnement *iPédagogique* au travers de la gestion de projets tutorés. Finalement, en section 6, après avoir donné les éléments de conclusion sur notre approche, nous évoquons les prolongations de notre travail.

## 2 CONCEPTION DE SYSTEME COMPLEXE

Nous proposons dans cette section de définir une démarche de conception de systèmes d'information complexes, coopératifs et distribués, pour lesquels nous désirons apporter une assistance à l'utilisateur.

### 2.1 Une Approche Systémique

Notre réflexion a été inspirée, d'une part par l'approche des systèmes de workflow et le cycle de Demming, et d'autre part par le schéma classique OID (Opérations, Information, Décision) [8] auquel est intégré un quatrième système permettant la circulation des connaissances [3]. Ces deux approches qui se sont succédées permettent de représenter sur un modèle unique, l'activité et le comportement décisionnel des acteurs, et permettent aussi d'identifier les composants de l'organisation et de décrire les phénomènes de prise de décision dans une activité cognitive :

*Perception*  $\Rightarrow$  *Interprétation/Décision*  $\Rightarrow$  *Réaction/Action*

Les interactions entre agents facilitent le travail collectif : chaque agent possède une connaissance parcellaire et tous coopèrent pour un objectif global.

### 2.2 Une Spécification de Procédés Synchronisés

Nous nous sommes tout d'abord inspirés des travaux réalisés dans le domaine du Software Process [9] et des travaux plus récents de modélisation de procédés inter-organisationnels Workflow pour proposer un modèle de procédé coopératif d'aide à la gestion de projets tutorés qui répond à la complexité, aux principes de modélisation, au besoin de flexibilité. Ce modèle adresse bien les aspects multi-usagers, multi-usages, que multi-organisationnels. Les procédés

sont fondés sur une synchronisation des fragments de procédés. Ils mettent en œuvre une méthodologie de développement logiciel à laquelle, d'une part ont été incorporées la dimension d'activités coopératives entre apprenants et enseignants et la dimension de communication entre les intervenants et les activités des procédés, et d'autre part ont été connectés et synchronisés des procédés interagissant (comme ceux de la gestion de projets, de tutorat et d'évaluation). La modélisation des points de synchronisation a constitué le point clef de ce modèle [1]. Il fait référence au cycle de Demming 'Check-do-Act-Plan' et il exerce 4 fonctions majeures : l'échange de données structurées, le contrôle, la planification, et la contractualisation et la distribution des actions entre acteurs. Le point de synchronisation a permis d'adresser :

- l'inter-connexion de processus,
- la richesse des interactions (communication, collaboration, coopération, négociation),
- l'explosion combinatoire des interactions,
- la coopération éphémère tout en préservant l'autonomie et le savoir-faire des acteurs,
- une aide contextuelle et contractuelle.

### 2.3 Une Approche à Base d'Agents

Le principal intérêt des SMA réside dans la distribution des agents, entités communicantes, autonomes, réactives et compétentes. Pour réaliser un SMA selon nos critères d'assistance, chaque agent doit posséder trois propriétés : autonomie, communication et « intelligence » (expertise, savoirs-faire). La modélisation de tels agents consiste à définir leur architecture, les connaissances adaptées à leurs activités et leur mode de communication.

#### 2.3.1 Eléments de modélisation

La définition que nous avons retenue pour distinguer les concepts d'agents réactifs et cognitifs est adaptée du modèle à 3 niveaux de l'opérateur de Rasmussen [12] (comportement réflexe, comportement à base de règles, comportement à base de connaissances avec interprétation, décision et plan). Nous l'avons interprété comme modèle de processus de nos agents. Ainsi nos agents ne sont ni cognitifs, ni réactifs ; ils ont des comportements adaptés aux tâches qu'ils réalisent :

— **Def Agent** ::= <Communication, Perception, Buts/intentions, Décision, Contrôle, Interprétation, Connaissances/Mémoire, Actions/Réactions>.

#### 2.3.2 Architecture d'un agent cognitif

Dans [7] nous avons proposé l'architecture générale d'un agent cognitif, respectant les propriétés d'indépendance, de communication et d'intelligence. Celle-ci (Fig. 1), inspirée de la théorie de modularité de J. Fodor, pour laquelle nous avons proposé un modèle réseaux de Petri, est composée de cinq modules gérant les connaissances, la perception, la communication, le

contrôle et le raisonnement de l'agent.

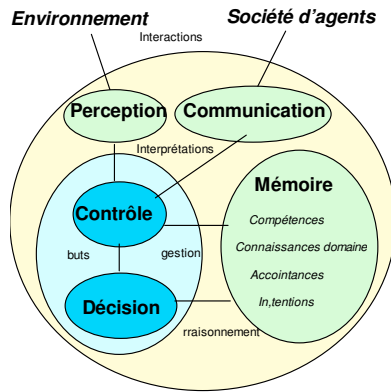


Figure 1. Architecture modulaire d'un agent

## 2.4 Un Modèle de Communication

La communication est le principal mécanisme de coopération entre agents. Pour échanger des informations, solliciter des services ou dialoguer, nos agents expriment leurs intentions selon un langage proche de KQML [5], dérivé de la théorie des actes de langage [13]. Le format retenu (défini par le quintuplet  $\langle \text{intention}, \text{émetteur}, \text{récepteur}, \text{langage}, \text{message} \rangle$ ) permet de représenter le contexte, l'intention et le message. A titre d'illustration (Fig. 2) voici un échange entre un utilisateur, l'*agentIHM*, et l'*assistantGP*, suite à une demande de conseil lors de la phase  $n$  de développement d'un projet.

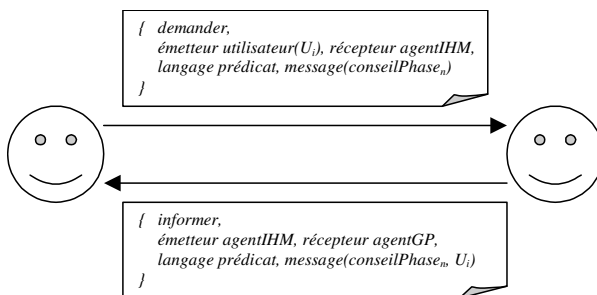


Figure 2. Echange coopératif entre 2 agents

## 3 MODELISATION DES CONNAISSANCES DES AGENTS

Nous venons d'exposer l'architecture générale d'un agent ; de façon plus précise, le module cognitif contient l'ensemble des connaissances propres à chaque agent : les accointances (connaissances sur les autres agents), les compétences (connaissances liées aux tâches à réaliser), ainsi que les intentions (motivations personnelles de l'agent). Ci-dessous nous décrivons les différentes phases d'élaboration de la base de connaissances d'un agent, indispensable à la pertinence de l'assistance souhaitée dans nos systèmes.

### 3.1 Construction de la Base de Connaissances des Agents

Les connaissances d'un agent sont représentées par des structures relationnelles d'objets, d'actions et de décisions et par des règles d'inférences :

**Def** connaissance = { objets, faits, règles, relations }.

Pour réaliser cette conceptualisation nous disposons de deux types de connaissances : les connaissances terminologiques désignant les objets du domaine et les connaissances assertionnelles, élaborées à partir de l'analyse d'entretiens avec les experts humains que les agents doivent simuler. Pour diriger cette phase de modélisation nous avons retenu la méthode KOD [15].

### 3.2 Identification et Formalisation de la connaissance avec KOD

Une première étape terminologique permet de collecter l'ensemble des éléments primitifs du domaine, il s'agit ensuite d'établir les liens structurants entre ces éléments et de leur donner une signification précise (formalisation sémantique). La méthode KOD propose trois modèles : le modèle pratique, le modèle cognitif et le modèle informatique. Nous ne considérons ici que les deux premiers modèles, le dernier étant lié à l'implémentation (langage de *frames*, règles de production et XML comme format de données). Le modèle pratique est la représentation d'un texte exprimé en langage naturel au moyen d'éléments appelés *taxèmes*, *actèmes* et *schémèmes*. Le modèle cognitif, abstraction du modèle pratique, propose une représentation du processus mental de l'expert qui constitue sa connaissance :

- Les **taxèmes** (identification des objets), sont représentés par le triplet  $\langle \text{objet}, \text{attribut}, \text{valeur} \rangle$ , puis structurés en taxinomies.
- Les **actèmes** (identification des actions), sont représentés par le septuplet  $\langle \text{destinateur}, \text{action}, \text{destinataire}, \text{propriétés}, \text{état\_ant}, \text{état\_post}, \text{instruments} \rangle$ , puis structurés en actinomies.
- Les **schémèmes** sont recensés par identification des inférences. Exemple :

*SI (groupe de projet est en retard de phase) ET SI (rappel n'a pas encore été envoyé) ALORS (envoyer rappel).*

## 4 UN SYSTEME DE MULTI-ASSISTANCE

### 4.1 Les Hypothèses de Conception

L'objectif du SMA est de faciliter l'utilisation et la gestion d'un environnement pédagogique en proposant un ensemble ergonomique et intelligent d'aides et de conseils aux futurs utilisateurs (familiarisés ou non à ce type de système). Dans notre démarche de conception d'un tel système nous avons retenu 3 hypothèses :

— **Hypothèse 1 : l'assistance adaptée à l'utilisation d'un système complexe correspond en fait à une multi-assistance.** Il nous faut nous assurer qu'il existe une assistance pour tous les types d'utilisateurs dans un contexte multi-usages. Ceci nous a conduit à concevoir un SMA composé d'assistants pour chaque type d'utilisation : emploi de l'outil, appropriation des connaissances, administrations, développement de tâches, etc.

— **Hypothèse 2 : le SMA doit être indépendant de la partie applicative de l'outil et de son interface.** L'hypothèse précédente conduit à réaliser un système distribué capable de spécialiser l'assistance selon les usages. Cette seconde hypothèse, apporte des qualités de modularité, réutilisabilité et généricité à notre système.

— **Hypothèse 3 : le système de multi-assistance se construit de façon adéquate sous la forme d'un système multi-agents.** La solution d'assistance proposée est rendue opérationnelle par un SMA autonome, composé d'assistants attachés à des tâches spécifiques d'aide aux utilisateurs. Pour réaliser ce type de système distribué nous avons choisi les SMA, conscients bien entendu qu'il ne s'agit pas de l'unique solution. Notre hypothèse consiste alors à spécialiser chaque agent en fonction des cas d'utilisation identifiés, afin de fournir les aides ou les conseils aux utilisateurs quand c'est nécessaire et avec le maximum de pertinence.

## 4.2 Le Processus d'Agentification

UML est devenu une référence pour la modélisation objet de systèmes d'informations. Certaines spécificités des agents (autonomie notamment), ne permettent pas de les substituer à de simples objets. Des modifications majeures sont donc à apporter à UML pour que ce langage puisse s'adapter au contexte des systèmes d'information orientés agents. Même si les résultats actuels ne sont pas entièrement satisfaisants, nous avons choisi d'utiliser AUML. En conformité avec notre modèle de SMA, nous utilisons les diagrammes d'activités et de classes pour décrire le comportement et les propriétés d'un *Agent*, les diagrammes de contexte et de cas d'utilisation pour décrire très sommairement l'*Environnement*, les diagrammes de collaboration ou de séquence pour décrire les *Interactions*, les diagrammes de collaboration et de classes (structurées en packages) pour décrire l'*Organisation*. Ce processus a été suivi pour concevoir notre SMA, implémenté ensuite grâce à une bibliothèque agent développée en interne [11].

## 5 ETUDE DE CAS

*iPedagogique* est une plate-forme auteur pour l'enseignement en présentiel et à distance d'unités de

valeurs scientifiques et techniques dont la pédagogie est orientée projet (Fig. 4). Le premier objectif de cette plate-forme est d'améliorer la relation pédagogique et d'accroître l'autonomie des étudiants en leur permettant d'être acteurs de leur formation [6]. Cela concerne le support pédagogique des UV et les supports électroniques de cours, de TD et de TP qui sont utilisables lors des séances en présentiel ainsi qu'à distance (auto-apprentissage). Le second objectif de cette plate-forme d'apprentissage est d'offrir une véritable assistance aux étudiants, centrée sur deux tâches applicatives : la réalisation des TP interactifs et la conduite ou la gestion des projets tutorés [1].

Elle offre également un véritable support organisationnel à l'enseignant expert producteur d'un support ou responsable d'une UV. Elle s'appuie sur des fonctionnalités d'édition de séquence d'enseignement, incluant son organisation et des sessions projets qu'elle met en œuvre. Elle s'appuie aussi sur la diffusion des informations pédagogiques et administratives.

Les cadres d'utilisation d'*iPedagogique* se répartissent suivant quatre missions pédagogiques : *enseigner, apprendre, réaliser et interagir*. Chacune de ces missions se subdivisent. Ainsi, l'interaction va de la communication à la coopération en passant par la collaboration et la négociation. Ces utilisations s'adressent à des utilisateurs variés. La figure 3 présente les différents rôles qu'ils peuvent remplir et les fonctionnalités qui leurs sont autorisées.

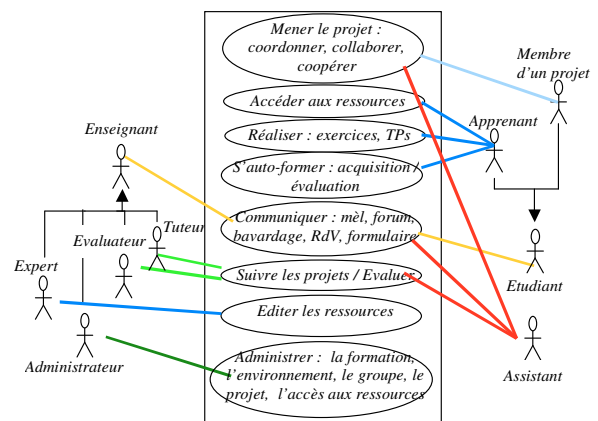


Figure 3. Cadres d'utilisation

Cette plate-forme nous l'avons voulue ouverte, c'est-à-dire extensible dans les schémas pédagogiques à mettre en œuvre, adaptable à différents types de matières, et configurable par un utilisateur néophyte. La mise en œuvre nécessite des moyens logiciels et matériels très abordables (MySQL ou easyPhp, cgi/php, html et javascript). Cela autorise une intégration facilitée de l'outil configuré au sein d'une autre plate-forme plus opérationnelle comme WebCT par exemple.

## 5.1 Le Système de Multi-Assistance

L'objectif général du système de multi-assistance [2] est de faciliter l'utilisation et la gestion de cet environnement pédagogique complexe en proposant un ensemble ergonomique et intelligent d'aides et de conseils à tous les utilisateurs : étudiants, enseignants, administrateurs (familiarisés ou non à ce type d'environnement). Ce système conçu selon une

approche multi-agent est constitué de 5 agents :

— **Un assistant de gestion d'UV** qui permet la centralisation de toute l'information concernant une UV et assiste l'enseignant responsable dans ses tâches de gestion de planning, des Cours/TD/TP, des étudiants, des intervenants, des informations diverses et des nouvelles.

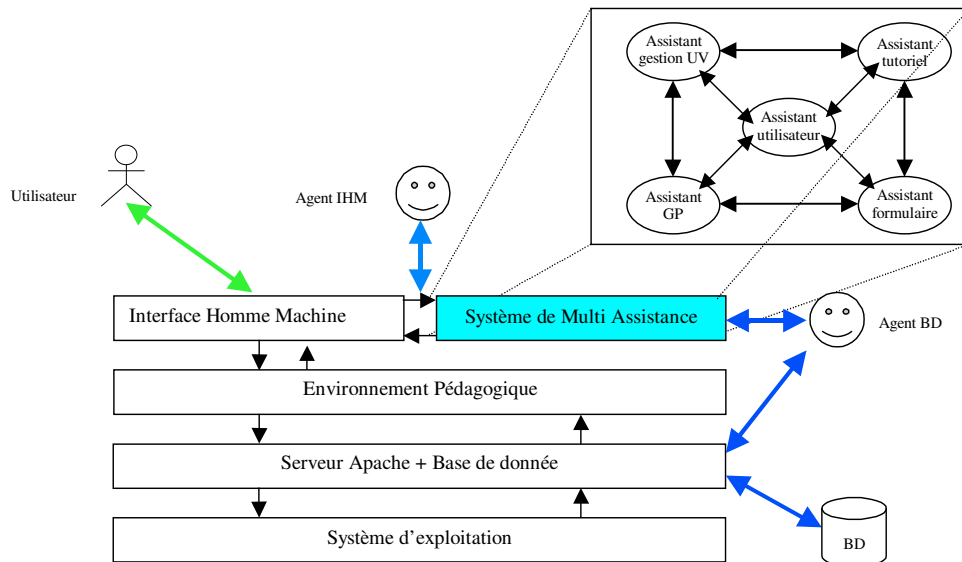


Figure 4. Architecture globale du système *iPédagogique* avec visualisation des agents d'interfaces

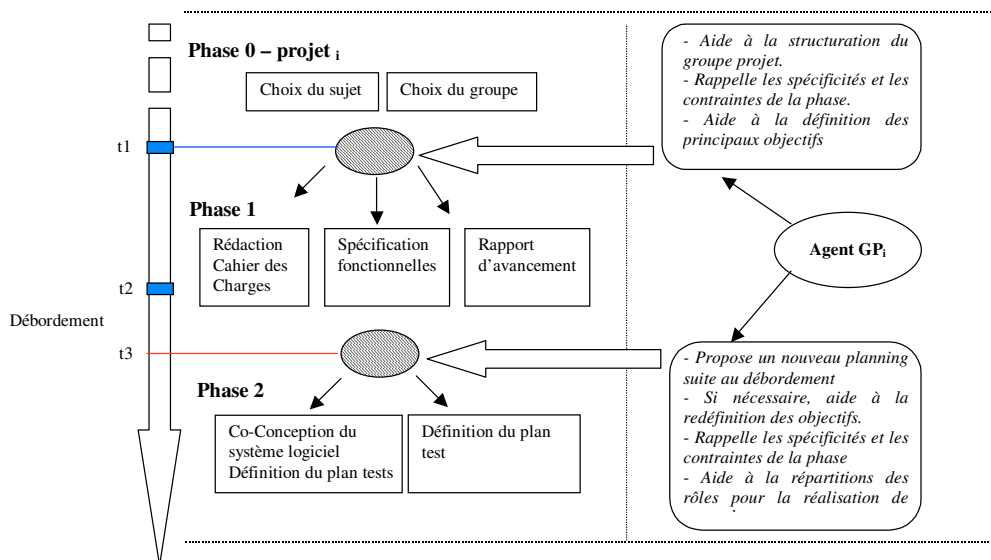


Figure 5. Exemple d'assistance de l'agent gestion de projet (GP), suite à un débordement de phase

— **Un assistant pour la gestion des projets étudiants.** Un grand nombre d'UV prévoient des projets à réaliser par les étudiants. En cours de semestre, le site pédagogique simplifie la gestion des

projets par l'enseignant responsable en l'assistant dans les tâches de diffusion des sujets, d'inscriptions aux projets, de suivi des plannings et des groupes de projets, de répartition des rôles à l'intérieur des

groupes, de prises de rendez-vous, de rappel des contraintes de phases, etc. Une illustration de son activité (assistance, comportement, coopération entre assistants) est fournie dans les figures 5, 6 et 7

— **Un assistant utilisateur**, pour la gestion des profils d'utilisateurs, des sessions, des conseils variés et des pense-bêtes, des informations transmises aux différents assistants.

— **Un assistant pour les formulaires**, pour la gestion des formulaires, des formats des champs d'entrées/sorties, des valeurs par défauts, etc.

— **Un assistant tutoriel**. Un tutoriel d'utilisation multi-forme va bientôt être disponible pour l'utilisateur. L'assistant aura pour tâche la gestion des séquences tutorielles, l'accès à des articles indexés, ainsi que l'aide en ligne.

## 5.2 Gestion Tutorée de Projets d'étudiants

Traditionnellement, le projet est une activité qui s'inscrit dans le processus d'apprentissage et de validation d'une UV. Elle met en œuvre des compétences d'analyse, de spécification, de conception et de développement, ce qui la fait quasi-systématiquement adoptée par le corps enseignant dans sa démarche pédagogique, avec une quote-part non négligeable du temps consacré à l'UV et de l'évaluation

finale. Cependant cette activité est peu supportée par les systèmes pédagogiques principalement du fait de sa complexité qui met en jeu de nombreux acteurs : l'administrateur, les enseignants (experts et suiveurs), les apprenants et l'outil support pédagogique. Ces différents acteurs interagissent entre eux de multiple manière : ils s'adaptent continuellement, coopèrent, communiquent et négocient. En plus d'être interactifs et multi-partenaires, les procédés pédagogiques déployés dans la gestion de projets comportent de nombreuses données et relations, et sont évolutifs. Ainsi le (sous-) processus de conception et de développement de projet logiciel peut se décomposer, et selon sa nature (cycle en V, prototypage rapide) en de nombreuses activités tout le long du projet (Fig. 8). Ces activités sont sujettes à de nombreuses itérations (nouveaux besoins, nouvelles spécifications, revues et corrections, améliorations, tests, intégrations, planning du projet...).

Les méthodes et outils procéduraux actuels permettent difficilement d'appréhender une telle complexité. Dans [1] nous avons présenté notre modèle de gestion de projets tutorés basé sur une synchronisation de fragments de procédés coopératifs.

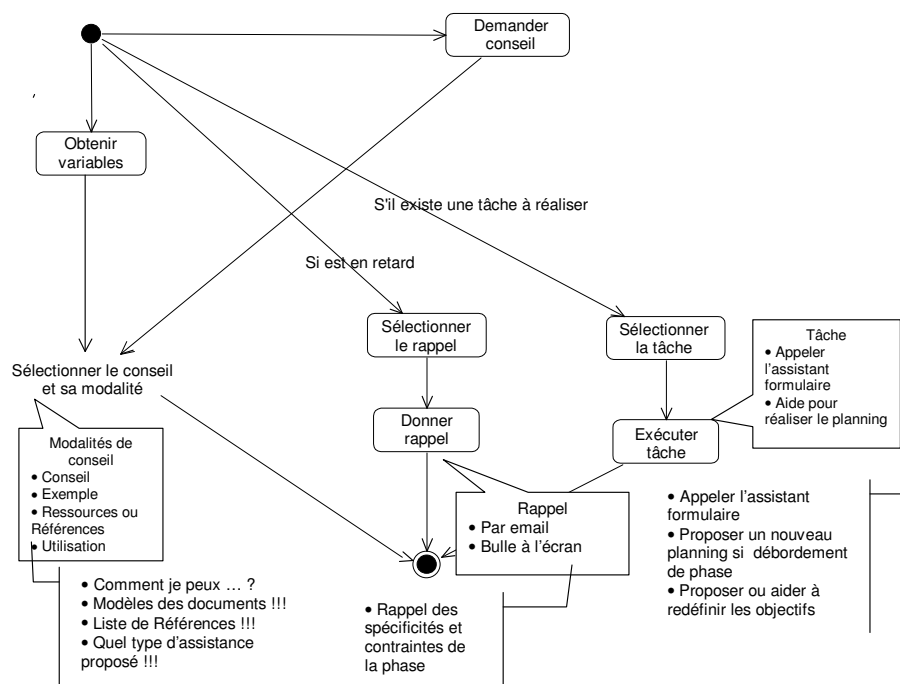


Figure 6. Comportement générique de l'assistant de gestion de projet.

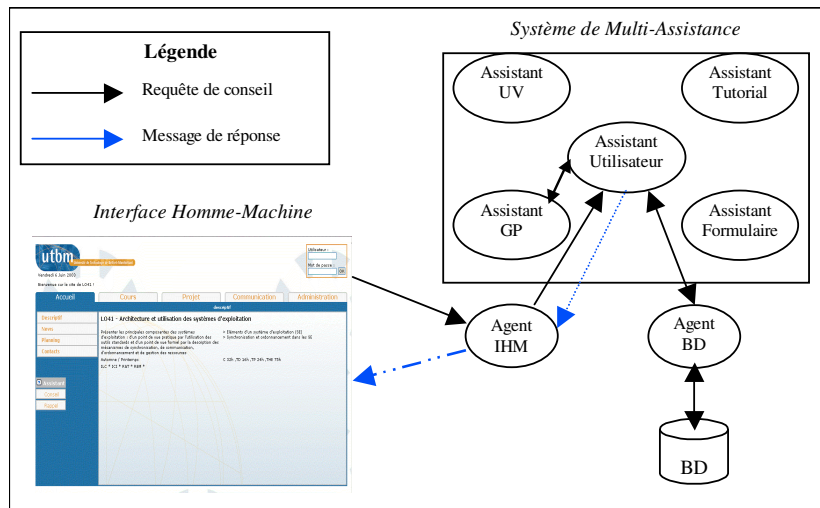


Figure 7. Exemple de conseil du jour fourni à un étudiant impliqué dans un projet

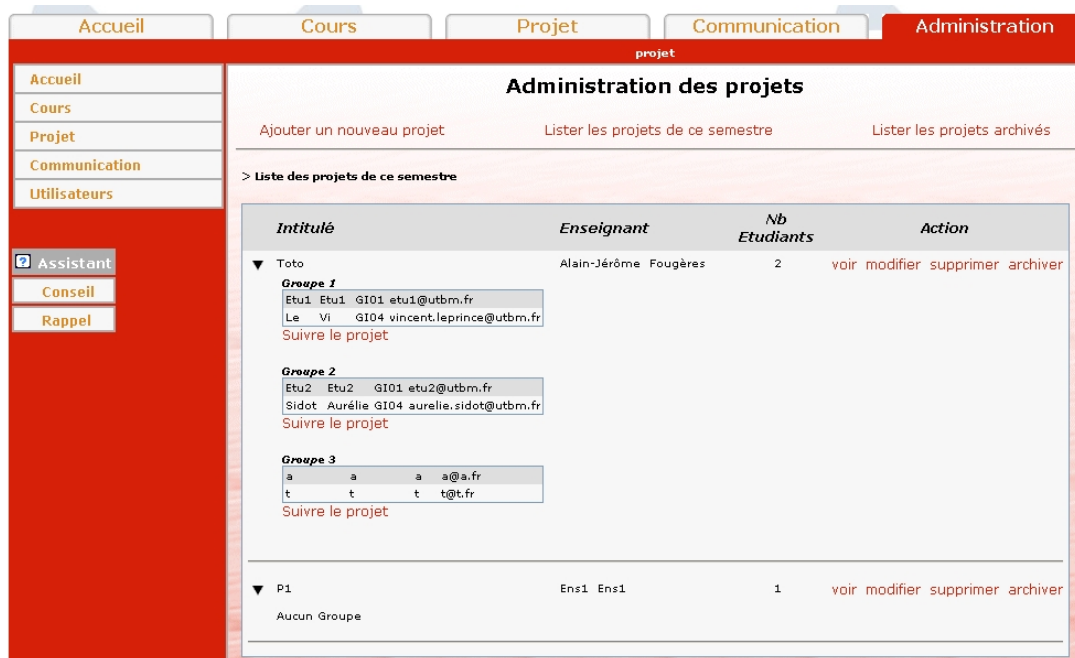


Figure 8. Interface d'administration assistée de projets

### 5.3 Mises en Œuvres et Expérimentations

Depuis l'origine de nos travaux, notre démarche a été motivée par un cycle rapide de mise en œuvre, d'expérimentation et de validation. Initialement, notre terrain d'expérimentation a concerné la formation d'ingénieurs de l'UTBM, notamment dans l'apprentissage d'UV comme celle traitant des concepts des systèmes d'exploitation centralisée et des architectures logicielles client/serveur. Depuis une

année nous avons étendu ce terrain à la formation de technicien et d'ingénieur maître de produits et services multimédia de Montbéliard. Nous abordons alors des formations comme l'infographisme, la communication et le multimédia. Nous restons cependant dans un contexte où l'approche pédagogique s'appuie sur l'acquisition et la validation de compétences professionnalisantes, et parfois transversales.

C'est ainsi que notre modélisation d'un procédé coopératif d'aide à la gestion de projets tuteurés, que



nous avons intégré à l'outil support *iPédagogique* a pu bénéficier, dès sa première version, d'un retour d'expérience qui a plébiscité l'usage des nouvelles technologies et de ces nouveaux procédés pédagogiques, tant du point de vue des apprenants que des enseignants (300 utilisateurs) [1]. L'adhésion à notre démarche ne s'est pas démenti depuis. A l'heure actuelle pouvons nous réjouir de compter plus de 800 utilisateurs de notre concept de plate-forme. L'expérimentation se poursuit en intégrant d'une part toujours plus d'assistance pertinente, la plus implicite possible, d'autre part d'autres dimensions comme celle de la conscience de groupe et de la communication interactive qui stimulent et motivent un usage très diversifié d'un outil moderne de formation ouverte.

Notre expérience nous montre combien il est fondamental d'amener le maximum de nos collègues à utiliser les NTIC mais aussi de proposer au plus tôt un bouquet de services à la formation. C'est le choix d'utilisation de technologies facilitant l'intégration, et aussi l'éllicitation des fonctionnalités (conduite et gestion de projets tutorés, système de multi-assistance) qui rend possible ce mariage gagnant-gagnant : accès à un produit robuste et documenté.

Quelles sont les prochaines fonctionnalités élicitées tant par le corps enseignant que par nos étudiants ? Il s'agit de deux modules, le premier adresse l'édition graphique d'objets pédagogiques (fragments de procédés, scénarii pédagogiques, configuration de l'application), et le second adresse la télé-gestion de stations de travail (côté enseignant) et la conscience de groupe (côté apprenant). Vers quoi s'oriente la tendance ? Ce que nous observons, c'est que notre plate-forme est appropriée par ces utilisateurs. Elle est exploitée aussi bien en présentiel que à distance. Que l'usage en est plus ubiquiste.

## 6 CONCLUSION

Nous venons de présenter un cadre générique de modélisation d'agents communicants définis dans le but d'apporter un haut niveau d'assistance à des utilisateurs de systèmes coopératifs. L'approche formelle corrélée consiste à définir une architecture modulaire pour définir les différents processus cognitifs des agents, à adopter une méthodologie rigoureuse d'acquisition de l'expertise dont est dotée chaque agent, à définir le modèle de connaissances des agents et à définir leur cadre de communication/interactions.

Nous avons illustré notre approche sur la définition d'un SMA pour un environnement pédagogique qui allie complexité (distribution des niveaux d'assistance en fonction des usages) et clarté de présentation, l'assistance étant conçue comme un véritable système, connecté à la couche applicative et à l'IHM. Cet environnement s'ouvre à de multiples formations, présentiels ou distantes, ne doutons pas alors que

notre SMA sera largement sollicité.

L'élaboration d'une méthodologie de définition formelle des agents constituant de tels systèmes intelligents d'assistance, dédiés à l'utilisation de systèmes complexes, constitue nos perspectives de recherche.

## REFERENCES

- [1] P. Canalda, P. Chatonnay & A.-J. Fougères, "Pédagogie de projets tutorés basée sur la synchronisation de fragments de procédés coopératifs : motivation, modélisation et expérimentation", Eddy N. Forte Editor, ARIADNE Foundation Publisher, Vol. 2 N° 1, pp. 85-94, *Conférence ARIADNE*, Lyon, 13-15 novembre 2002.
- [2] A.-J. Fougères, P. Canalda, A.-J. Fougères, "*iPédagogique* : un support adapté à la gestion de projets d'étudiants », in Actes du Colloque Apprendre avec l'Ordinateur à l'Ecole, (CAOE'02), 14-16 janvier 2002.
- [3] J.-L. Ermine, *Les systèmes de connaissances*, 2<sup>e</sup> éditions, Hermès Science Publications, Paris, 2000.
- [4] J. Ferber, "Les systèmes multi-agents : un aperçu général", *Technique et Science Informatiques*, 16(8), 979-1012, 1997.
- [5] T. Finin, R. Fritzson, D. McKay, R. McEntire, "KQML as an agent communication language", *Proceedings of CIKM'94*, ACM Press, 1994.
- [6] A.-J. Fougères, P. Canalda, "*iPédagogique* : un environnement intégrant la gestion assistée de projets d'étudiants", *Colloque TICE 2002*, Lyon, 2002.
- [7] A.-J. Fougères, "Des agents communicants pour simuler et détecter des épidémies", *Ingénierie des Systèmes d'Information*, Hermès, 8(1), 91-112, 2003.
- [8] J.-L. Le Moigne, *La modélisation des systèmes complexes*, Dunod, Paris, 1990.
- [9] Malone T.W., Managing the economy in the networking economy (Keynote). Work Activities coordination and Collaboration (WACC), San Francisco, 1999.
- [10] M. Ocello, J.-L. Koning, C. Baeus, "Conception de systèmes multi-agents : quelques éléments de réflexion méthodologiques", *Technique et Science Informatiques*, 20(2), 233-263, 2001.
- [11] V. E. Ospina, A.-J. Fougères., "Un système d'assistance dans un environnement coopératif d'apprentissage", in Actes de la Conférence nationale Coopération Innovation et Technologies, (CITE'03), pp.235-246, Troyes, 3-4 décembre 2003.
- [12] J. Rasmussen, "Skills, rules, and knowledge ; signals, signs, and symbols, and other distinctions in human performance models", *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, SMC-13, 257-266, 1983.
- [13] J.R. Searle, *Les actes de langage*, Publié en anglais en 1969 par Cambridge University Press sous le titre "SPEECH ACTS", Hermann, Paris 1972.
- [14] Y. Shoham, "Agent Oriented Programming", *Artificial Intelligence*, 60(1), p. 51-92, 1993.
- [15] C. Vogel, *Génie Cognitif*, Masson, Paris, 1988.